

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11023962  
PUBLICATION DATE : 29-01-99

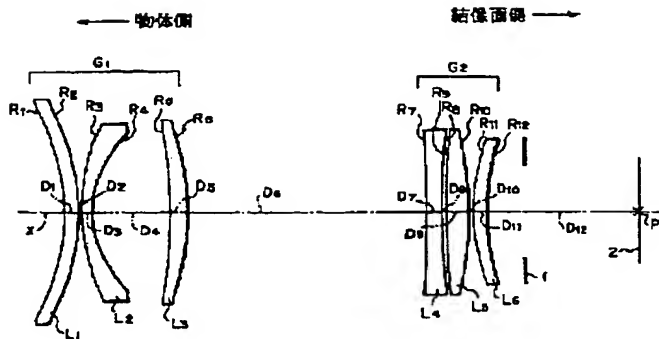
APPLICATION DATE : 27-06-97  
APPLICATION NUMBER : 09187619

APPLICANT : FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD;

INVENTOR : WATABE FUMIO;

INT.CL. : G02B 13/14

TITLE : INFRARED RAY LENS



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce Narcissus and also excellently correct aberration, to reduce F value, to widen a viewing angle, and to secure a necessary back focus by using this infrared ray lens comprising a 1st lens group having a convex meniscus lens directing its concave toward an object side arranged nearest to the object and having a negative refractive power, and a 2nd lens group with a positive refractive power.

**SOLUTION:** This infrared ray lens is comprised of a 1st lens group  $G_1$  with a negative refractive power consisting of, sequentially from an object side, a convex meniscus lens  $L_1$  directing its concave toward the object, a concave meniscus lens  $L_2$  directing its convex toward the object, and a convex lens  $L_3$ , and a 2nd lens group  $G_2$  with a positive refractive power consisting of at least two lenses, and focuses the light flux transmitting this lens to form an image on a detection plane 2 via a cold aperture 1. Moreover, this lens satisfies the following condition.  $|fG_2/fG_1| < 0.40 \dots (1)$  Here,  $fG_1$ : focal length of the 1st lens group, and  $fG_2$ : focal length of the 2nd lens group.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-23962

(43)公開日 平成11年(1999) 1月29日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 13/14

識別記号

F I

G 0 2 B 13/14

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平9-187619

(22)出願日 平成9年(1997) 6月27日

(71)出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地

(72)発明者 渡邉 文男

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士

写真光機株式会社内

(74)代理人 介理士 川野 宏

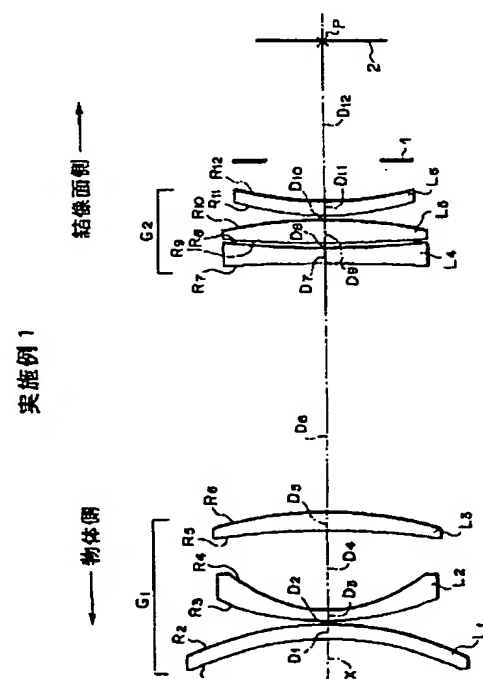
(54)【発明の名称】 赤外線レンズ

(57)【要約】

【目的】 物体側に凹面を向けた凸メニスカスレンズを最も物体側に配された、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群で構成される赤外線レンズであって、サルシナスを軽減するとともに収差を良好に補正し、F値を小さくし、広角化を図り、必要なバックフォーカスを確保する。

【構成】 物体側より順に物体側に凹面を向けた凸メニスカスレンズL<sub>1</sub>、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズL<sub>2</sub>、凸レンズL<sub>3</sub>で構成される負の屈折力を有する第1レンズ群G<sub>1</sub>と、少なくとも2枚のレンズで構成された正の屈折力を有する第2レンズ群G<sub>2</sub>で構成されており、このレンズを通過した光束を、コールドアパーチャ1を介して検出面2に結像させる。また、以下の条件式を満足する。

$$|f_{G2}/f_{G1}| < 0.40 \quad \dots\dots (1)$$



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 赤外線イメージングシステムに用いられる赤外線レンズであって、

物体側より順に、物体側に凹面を向けた凸メニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ、凸レンズの3枚で構成される負の屈折力を有する第1レンズ群と、少なくとも2枚のレンズで構成される正の屈折力を有する第2レンズ群で構成されるとともに、以下の条件式(1)を満足するように構成されていることを特徴とする赤外線レンズ。

$$|f_{G2}/f_{G1}| < 0.40 \quad \cdots \cdots (1)$$

ただし、 $f_{G1}$ ：第1レンズ群の焦点距離

$f_{G2}$ ：第2レンズ群の焦点距離

【請求項2】 以下の条件式(2)、(3)を満足するように構成されていることを特徴とする請求項1記載の赤外線レンズ。

$$f/f_1 < 0.25 \quad \cdots \cdots (2)$$

$$0.05 < |f/R_1| < 0.60 \quad \cdots \cdots (3)$$

ただし、 $f$ ：全系の焦点距離

$f_1$ ：第1レンズ群の凸メニスカスレンズの焦点距離

$R_1$ ：第1レンズ群の物体側から第1面の曲率半径

【請求項3】 3～5 $\mu$ mの波長帯の赤外線イメージングシステムに用いられる赤外線レンズであって、前記第2レンズ群が、ゲルマニウムを材料とする1枚の凹レンズとシリコンを材料とする2枚の凸レンズを含む、少なくとも3枚のレンズで構成されていることを特徴とする請求項1または2記載の赤外線レンズ。

【請求項4】 8～12 $\mu$ mの波長帯の赤外線イメージングシステムに用いられる赤外線レンズであって、前記第2レンズ群が、ゲルマニウムを材料とする少なくとも2枚のレンズで構成されていることを特徴とする請求項1または2記載の赤外線レンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、赤外線レンズ、特に3～5 $\mu$ mまたは8～12 $\mu$ mの波長帯の赤外線イメージングシステムに用いられる赤外線レンズに関するものであり、詳しくは赤外線レンズの構成の改良に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】赤外線レンズは、暗さまたは霧などにより肉眼では見えない被写体を赤外線を利用して可視像に変換する暗視装置に利用されているほか、その用途は、対象物の放熱状態を映像化する装置として、身体表面温度を温度差に従って色分けして表示医療機器や、地表面の温度を観測する火山研究、あるいは送電線の熱条件を遠隔観察することへの利用など広範囲に及んでいる。

【0003】この、赤外線レンズからなる赤外線イメージングシステムは、赤外線を利用するが故にいくつかの

条件を備えている必要がある。まず、その赤外線を結像させる検出面を含む検出器は、好感度化および熱雑音低減のため、液体窒素やスターリングクーラ等によりマイナス200℃付近まで冷却しなければならない。しかしそのために、「シェーディング」や「ナルシサス」という赤外線イメージングシステム特有の現象が生じてしまうことにもなっている。

【0004】「シェーディング」とは、検出器が被写体以外（例えばレンズ鏡筒）から放出された熱エネルギーの影響を受けて、被写体本来の温度や温度差を感知できなくなる現象である。この現象を避けるために、一般には検出器の前に適切な大きさの「コールドアパーチャ」と呼ばれる開口マスクが配置されており、被写体以外から放射される熱エネルギーが検出器面に到達しないようなレンズシステムが求められる。

【0005】「ナルシサス」とは、冷却された検出器の負のエネルギーがレンズシステムのレンズ界面等によって反射され、コールドアパーチャの開口部を通り検出面で検出器自身を像として感知してしまう現象である。この現象を避けるために、各レンズ界面には反射防止コーティングを行うが、それでも所定のエネルギーが反射し、最悪の場合はコールドアパーチャの形がくっきりと視野の中に現れてしまうことになり、画質やNETD（温度分解能）に大きく関わる問題となる。

【0006】つぎに、赤外線イメージングシステムのレンズについては、当然のことながらその素材は赤外線を透過するものである必要がある。具体的には、シリコンやゲルマニウム、硫化亜鉛など種々の赤外線透過材料が知られている。さらに、これらのレンズはF値の小さい明るいレンズであることが求められる。これは、NETDを良くするために必要なことである。

【0007】これらの条件のほかに、赤外線レンズにも、一般のレンズと同様に、視野が広く、収差が良好に補正されて高解像であること、適当なバックフォーカスを確保することが求められている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような条件下で赤外線レンズを設計しようとすることは、非常に困難である。

【0009】その第1の理由は、前述したナルシサスであるが、この現象に影響を与えるのは実質的には第1レンズ群である。第2レンズ群の位置は比較的検出面に近いので、第2レンズ群の各レンズ界面からの反射光が検出面の近傍で結像して画像に影響を与えることは少ない。逆に影響が大きいのは、結像面から最も離れた、すなわち第1レンズ群の各レンズ界面となる。一般のレンズシステムでは、最も物体側のレンズとして、物体側に平面もしくは凸面を向けたレンズが配置されるケースが多く、これにより周辺部の収差補正を行っているが、赤外線レンズの場合にはこのような構成により収差補正を

行くと反射光が検出面付近で結像する原因ともなり、ナルシサスが発生する。このため、収差補正を行った上で、この最も物体側のレンズの物体側の面からの反射光により発生するナルシサスを緩和することは、レンズシステム全体のナルシサスを軽減する上で重要な要件となる。

【0010】もう1つの理由は、レンズの明るさと収差補正についての要求にある。赤外線レンズでは、前述のとおり、検出面において温度差の感知精度を確保するために明るいレンズが必要となる。そのためには、レンズ中心部を通る比較的諸収差の少ない光束だけでなく、レンズ周辺部を通るコマ収差、像面湾曲、樽型の大きな歪曲収差等の収差が現れやすい光束までも検出面で結像させることが必要となり、その結果として周辺視野の収差が大きくなってしまう。このように、F値を小さくすることと周辺視野まで高解像なものとするとは、いわば相反する要求であるが、これら両者を共に満足させることへの要求としても強いものがある。

【0011】さらに加えれば、広角化の要求である。広角なレンズの場合は焦点距離が短いので、レンズシステムの広角化を図り必要なバックフォーカスを確保するために、通常は、前段に負の屈折力を有する第1レンズ群を配置し、後段に正の屈折力を有する第2レンズ群を配置する。赤外線レンズの場合でも基本的に同様な構成で広角化と必要なバックフォーカスを確保することが可能であるが、そのレンズ構成はナルシサスの影響を軽減したのものとなっていることが必要である。さらに、レンズと検出器の間にコールドアバーチャ等の部材やそれを保持する部材を配置するスペースが必要なことから、バックフォーカスもそれに応じた値とする必要がある。

【0012】本発明は、このような事情に鑑みなされたものであり、ナルシサスの影響を軽減するとともに収差を良好に補正し、F値が小さく、広角で、必要なバックフォーカスを確保しうる赤外線レンズを提供することを目的とするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明に係る赤外線レンズは赤外線イメージングシステムに用いられる赤外線レンズであって、物体側より順に、物体側に凹面を向けた凸メニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ、凸レンズの3枚で構成される負の屈折力を有する第1レンズ群と、少なくとも2枚のレンズで構成される正の屈折力を有する第2レンズ群で構成されるとともに、以下の条件式(1)を満足するように構成されていることを特徴とするものである。

$$|f_{G2}/f_{G1}| < 0.40 \quad \text{..... (1)}$$

ただし、 $f_{G1}$ ：第1レンズ群の焦点距離

$f_{G2}$ ：第2レンズ群の焦点距離

【0014】また、以下の条件式(2)、(3)を満足するように構成されていることが望ましい。

$$f/f_1 < 0.25 \quad \text{..... (2)}$$

$$0.05 < |f/R_1| < 0.60 \quad \text{..... (3)}$$

ただし、 $f$ ：全系の焦点距離

$f_1$ ：第1レンズ群の凸メニスカスレンズの焦点距離

$R_1$ ：第1レンズ群の物体側から第1面の曲率半径

【0015】さらに、3～5 $\mu$ mの波長帯の赤外線イメージングシステムに用いられる赤外線レンズでは、前記第2レンズ群を、ゲルマニウムを材料とする1枚の凹レンズとシリコンを材料とする2枚の凸レンズを含む、少なくとも3枚のレンズで構成することが可能である。さらにまた、8～12 $\mu$ mの波長帯の赤外線イメージングシステムに用いられる赤外線レンズでは、前記第2レンズ群を、ゲルマニウムを材料とする少なくとも2枚のレンズで構成することも可能である。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を用いて説明する。

【0017】本発明の実施形態の赤外線レンズは、物体側から、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群により構成されている。第1レンズ群は物体側より順に、物体側に凹面を向けた凸メニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ、凸レンズの3枚で構成され、第2レンズ群は、少なくとも2枚のレンズで構成され、正の屈折力を有する。本実施形態のレンズは、以下の条件式(1)～(3)を満足するように構成されている。

$$|f_{G2}/f_{G1}| < 0.40 \quad \text{..... (1)}$$

$$f/f_1 < 0.25 \quad \text{..... (2)}$$

$$0.05 < |f/R_1| < 0.60 \quad \text{..... (3)}$$

ただし、 $f_{G1}$ ：第1レンズ群の焦点距離

$f_{G2}$ ：第2レンズ群の焦点距離

$f$ ：全系の焦点距離

$f_1$ ：第1レンズ群の凸メニスカスレンズの焦点距離

$R_1$ ：第1レンズ群の物体側から第1面の曲率半径

【0018】以下、具体的なデータを用いて実施例1～5について説明する。

〈実施例1〉図1は実施例1に係る赤外線レンズの構成を示す図である。

【0019】図1に示すように、本実施例に係る赤外線レンズは、物体側から、負の屈折力を有する第1レンズ群 $G_1$ と、正の屈折力を有する第2レンズ群 $G_2$ により構成される。物体からの光束は第2レンズ群 $G_2$ によって収束され、シェーディングを阻止するために配置したコールドアバーチャ1を通り、検出器の検出面2で結像する。第1レンズ群 $G_1$ は物体側より順に、物体側に凹面を向けた凸メニスカスレンズ $L_1$ 、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ $L_2$ 、物体側に凹面を向けた凸メニスカスレンズ $L_3$ の3枚のレンズで構成され、第2レンズ群 $G_2$ は、物体側より順に、像面側に曲率の大きい面を向けた両凹レンズ $L_4$ 、像面側に曲率の大きい面を

向けた両凸レンズ $L_5$ 、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ $L_6$ で構成され正の屈折力を有する。また、本実施例に係るレンズは、以下の条件式(1)～(3)を満足するように構成されている。

$$|f_{G2}/f_{G1}| < 0.40 \quad \text{..... (1)}$$

$$f/f_1 < 0.25 \quad \text{..... (2)}$$

$$0.05 < |f/R_1| < 0.60 \quad \text{..... (3)}$$

ただし、 $f_{G1}$ ：第1レンズ群 $G_1$ の焦点距離

$f_{G2}$ ：第2レンズ群 $G_2$ の焦点距離

$f$ ：全系の焦点距離

$f_1$ ：第1レンズ群 $G_1$ の凸メニスカスレンズ $L_1$ の焦点距離

$R_1$ ：第1レンズ群 $G_1$ の物体側から第1面の曲率半径

【0020】なお、本実施例は、3～5 $\mu$ mの波長帯の赤外線イメージングシステムに用いられる赤外線レンズとして構成されており、第2レンズ群 $G_2$ を、ゲルマニウムを材料とする1枚の凹レンズ $L_4$ と、シリコンを材料とする2枚の凸レンズ $L_5$ 、 $L_6$ からなる3枚のレンズで構成することによって、軸上色収差、倍率色収差をバランスよく補正することが可能になる。これは、シリコンは分散が小さく、一方ゲルマニウムは分散が大きく、かつ両者の部分分散比は非常に近寄っているからである。

【0021】以下に、各レンズ群および各レンズの作用を示す。

〈第1レンズ群 $G_1$ 〉第1レンズ群 $G_1$ は負の屈折力を有しレンズの広角化を図るとともに、レンズシステムに必要なバックフォーカスを確保している。

【0022】第1レンズ $L_1$ は、第2レンズ $L_2$ により生じる樽型の大きな歪曲収差の補正と像面湾曲の補正を行うとともに、この第1レンズ $L_1$ の物体側の面（以下第1面と称する）が像面側に凸面を向けることによって、検出器からのエネルギーを反射しても、その反射光を収束させるおそれが小さいので、この第1面により生じるナルシサスを小さくする作用を併せ持つ。さらに、通常は最も物体側には凹レンズを配してレンズの広角化を図るものであるが、これを凸レンズとしたことにより、第2レンズ $L_2$ の物体側の面（以下第3面と称する）により生じるナルシサスをも軽減する効果を得る。これは、第1レンズ $L_1$ が凸レンズであれば、第1レンズ群 $G_1$ の負の屈折力を確保するために第2レンズ $L_2$ はより大きな負の屈折力を持つ必要があり、第3面の曲率半径 $R_3$ を小さくすることにつながるため、第3面が検出器からのエネルギーを反射させても検出面2付近では結像しないか

らである。

【0023】第2レンズ $L_2$ は、第1レンズ群 $G_1$ の負の屈折力を確保し、広角化および必要なバックフォーカスを確保する作用を持つ。第3レンズ $L_3$ は、第2レンズ $L_2$ による樽型の大きな歪曲収差の補正を行うとともに、第2レンズ $L_2$ によってオーバーになりすぎた球面収差を若干補正する作用を併せ持つ。また、第3レンズ $L_3$ は、物体側、像面側の両面ともにナルシサスを生じさせないような形状にすることは当然必要である。

【0024】〈第2レンズ群 $G_2$ 〉第2レンズ群 $G_2$ は、3枚のレンズ $L_4$ 、 $L_5$ 、 $L_6$ で構成され、正の屈折力を有する。基本的には第1レンズ群 $G_1$ で発散された光束を検出面2上に結像させる作用を持つが、1枚の凹レンズ $L_4$ と2枚の凸レンズ $L_5$ 、 $L_6$ で構成することにより、第1レンズ群 $G_1$ で発生する球面収差、コマ収差等の諸収差を良好に補正している。

【0025】各条件式(1)～(3)を満足するように構成することが望ましいのは、以下の理由によるものである。

〈条件式(1)の上限値〉この上限値を上回った場合は、第1レンズ群 $G_1$ と第2レンズ群 $G_2$ でコマ収差をバランスよく補正するのが困難となる。また、レンズ全長が大きくなりすぎるという問題もある。

【0026】〈条件式(2)の上限値〉この上限値を上回った場合は、コマ収差や像面湾曲をバランスよく補正するのが困難となり、広角で周辺視野まで高解像なレンズが得られない。

〈条件式(3)の上限値〉この上限値を上回った場合は、コマ収差や像面湾曲をバランスよく補正するのが困難となり、広角で周辺視野まで高解像なレンズが得られない。

【0027】〈条件式(3)の下限値〉この下限値を下回った場合は、検出面2において第1面によるナルシサスの影響が大きくなり、無視できなくなる。

【0028】ここで、本実施例の各レンズ面の曲率半径 $R$ (mm)、各レンズの軸上面間隔(各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔) $D$ (mm)、各レンズの形成材料を表1に示す。なお、表1において、各記号に対応させた数字は物体側から順次増加するようになっている(以下の各実施例についても同様である)。表1の下段には、本実施例の赤外線レンズ全系の焦点距離 $f$ (mm)と $D$ 値を示す。

【0029】

【表1】

	R	D	形成材料
1	-58.039	3.50	シリコン
2	-58.115	0.50	
3	51.685	2.50	シリコン
4	29.141	17.21	
5	-134.900	4.10	シリコン
6	-73.218	55.09	
7	400.010	3.64	ゲルマニウム
8	199.500	0.81	
9	276.770	5.30	シリコン
10	-86.737	0.50	
11	50.165	3.36	シリコン
12	67.137	36.00	

焦点距離  $f=18.02$ 

F値=1.3

【0030】〈実施例2〉実施例2に係る赤外線レンズの構成は、実施例1とほぼ同様である。表2に、本実施例の各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの軸上面間隔（各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔）D (mm)、各レンズの形成材料を示す。表2の下

段には、本実施例の赤外線レンズ全系の焦点距離  $f$  (mm) とF値を示す。

【0031】

【表2】

	R	D	形成材料
1	-78.637	3.50	シリコン
2	-74.678	0.50	
3	47.392	2.50	シリコン
4	29.764	15.90	
5	-148.890	3.98	シリコン
6	-81.262	58.00	
7	-300.870	2.50	ゲルマニウム
8	279.810	1.00	
9	536.490	5.38	シリコン
10	-81.623	0.50	
11	51.707	3.37	シリコン
12	70.138	35.99	

焦点距離  $f=21.01$ 

F値=1.3

【0032】〈実施例3〉実施例3に係る赤外線レンズの構成は、実施例2とほぼ同様であるが、第1レンズ群  $G_1$  の第3レンズ  $L_3$  には物体側に曲率の大きい面を向けた両凹レンズを配置している。表3に、本実施例の各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの軸上面間隔（各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔）D

(mm)、各レンズの形成材料を示す。表3の下段には、本実施例の赤外線レンズ全系の焦点距離  $f$  (mm) とF値を示す。

【0033】

【表3】

	R	D	形成材料
1	-107.500	4.50	シリコン
2	-96.925	0.70	
3	47.421	3.50	シリコン
4	31.549	13.29	
5	-215.880	3.84	シリコン
6	-104.780	62.15	
7	-258.660	3.00	ゲルマニウム
8	340.090	1.12	
9	683.400	5.49	シリコン
10	-82.023	0.70	
11	54.075	3.45	シリコン
12	74.441	36.78	

焦点距離  $f=25.00$ 

F値=1.3

【0034】〈実施例4〉図2は実施例4に係る赤外線レンズの構成を示す図である。本実施例に係る赤外線レンズは、実施例3とほぼ同様の構成であるが、8〜12 $\mu$ mの波長帯の赤外線イメージングシステムに用いられる赤外線レンズとして構成されているため、各レンズはゲルマニウムを形成材料としている。上記の波長帯ではゲルマニウムは非常に分散が小さいので、赤外線レンズをゲルマニウムを材料とするレンズで形成することによって、軸上色収差、倍率色収差を十分に補正することが可能になる。

物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ $L_6$ で構成される。その作用は実施例1〜3と同様に、第1レンズ群 $G_1$ で発散された光束を検出面2上に結像させるとともに第1レンズ群 $G_1$ で発生する球面収差、コマ収差等の諸収差を良好に補正することである。

【0036】表4に、本実施例の各レンズ面の曲率半径R(mm)、各レンズの軸上面間隔(各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔)D(mm)、各レンズの形成材料を示す。表4の下段には、本実施例の赤外線レンズ全系の焦点距離f(mm)とF値を示す。

【0037】

【表4】

	R	D	形成材料
1	-88.105	4.50	ゲルマニウム
2	-85.645	0.50	
3	50.883	3.20	ゲルマニウム
4	35.047	12.58	
5	-168.390	3.82	ゲルマニウム
6	-98.850	65.65	
7	375.340	3.00	ゲルマニウム
8	242.850	2.01	
9	4483.900	4.27	ゲルマニウム
10	-154.460	0.50	
11	54.038	3.50	ゲルマニウム
12	68.284	33.99	

焦点距離  $f=23.01$ 

F値=1.0

【0038】〈実施例5〉図3は実施例5に係る赤外線

レンズの構成を示す図である。



【0039】本実施例に係る赤外線レンズは、実施例1と同様に8〜12 $\mu$ mの波長帯の赤外線イメージングシステムに用いられる赤外線レンズとして構成されているが、本実施例の第2レンズ群 $G_2$ は、物体側より順に像面側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ $L_4$ 、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ $L_5$ の2枚で構成される。その作用は実施例1と同様に、第1レンズ群 $G_1$ で発散された光束を検出面2上に結像させるとともに第1レンズ群 $G_1$ で発生する球面収差、コマ収差等の諸収差を良好に補正することであるが、ゲルマニウムの波長分

散が非常に小さいために2枚の凸レンズ $L_4$ 、 $L_5$ で収差補正を行うことが可能になり、より簡易な構成の赤外線レンズとなっている。

【0040】表5に、本実施例の各レンズ面の曲率半径 $R$  (mm)、各レンズの軸上面間隔（各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔） $D$  (mm)、各レンズの形成材料を示す。表5の下段には、本実施例の赤外線レンズ全系の焦点距離 $f$  (mm)とF値を示す。

【0041】

【表5】

	R	D	形成材料
1	-95.275	4.20	ゲルマニウム
2	-92.037	0.65	
3	50.185	3.00	ゲルマニウム
4	36.637	12.63	
5	-233.680	3.72	ゲルマニウム
6	-126.200	74.36	
7	-377.010	3.46	ゲルマニウム
8	-139.510	0.65	
9	51.692	3.38	ゲルマニウム
10	67.131	33.98	

焦点距離  $f=25.00$

F値-1.1

【0042】また、表6に、実施例1〜5に係る赤外線レンズの全系の焦点距離 $f$  (mm)、第1レンズ群 $G_1$ の焦点距離 $f_{G1}$  (mm)、第2レンズ群 $G_2$ の焦点距離 $f_{G2}$  (mm)、第1レンズ群 $G_1$ の凸メニスカスレンズ $L_1$ の焦点距離 $f_1$  (mm)、第1レンズ群 $G_1$ の物体側

から第1面の曲率半径 $R_1$  (mm)、 $|f_{G2}/f_{G1}|$ 、 $f/f_1$ および $|f/R_1|$ の各値を示す。

【0043】

【表6】

	$f$	$f_{G1}$	$f_{G2}$	$f_1$
実施例1	18.02	-147.9	32.83	579.0
実施例2	21.01	-210.9	33.26	376.1
実施例3	25.00	-288.7	34.25	312.2
実施例4	23.01	-247.3	33.03	430.4
実施例5	25.00	-341.7	33.61	457.0

	$R_1$	$ f_{G2}/f_{G1} $	$f/f_1$	$ f/R_1 $
実施例1	-58.039	0.222	0.031	0.310
実施例2	-78.637	0.158	0.056	0.267
実施例3	-107.500	0.119	0.080	0.233
実施例4	-88.105	0.134	0.053	0.261
実施例5	-95.275	0.098	0.055	0.262

【0044】表6により、実施例1〜5は条件式(1)〜(3)を全て満足することが明らかである。図4〜8

は、実施例1〜5に係る赤外線レンズの諸収差を示す収差図であり、この図から明らかなように、各実施例によ

れば、周辺視野まで良好な結像性能を有する赤外線レンズを得ることができる。

【0045】また、表1～5に示したとおり、実施例1～5に係る赤外線レンズのF値は1.0～1.3と小さく、収差補正を良好にした上で明るさを確保した赤外線レンズを得ることも可能となっている。さらに、図9～13は実施例1～5に係る赤外線レンズによる検出面2におけるナルシサスを示す図であり、この図から明らかなように、各実施例によれば、検出面2の中心部でのナルシサスの影響を軽減することができる。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の赤外線レンズによれば、ナルシサスの影響を軽減するとともに、広角化を図りその周辺視野まで解像度を良好とすることができ、さらにF値が小さい簡易な構成とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る赤外線レンズを示すレンズ構成図

【図2】本発明の実施例4に係る赤外線レンズを示すレンズ構成図

【図3】本発明の実施例5に係る赤外線レンズを示すレンズ構成図

【図4】本発明の実施例1に係る赤外線レンズの諸収差を示す収差図

【図5】本発明の実施例2に係る赤外線レンズの諸収差

を示す収差図

【図6】本発明の実施例3に係る赤外線レンズの諸収差を示す収差図

【図7】本発明の実施例4に係る赤外線レンズの諸収差を示す収差図

【図8】本発明の実施例5に係る赤外線レンズの諸収差を示す収差図

【図9】本発明の実施例1に係る赤外線レンズのナルシサスを示す図

【図10】本発明の実施例2に係る赤外線レンズのナルシサスを示す図

【図11】本発明の実施例3に係る赤外線レンズのナルシサスを示す図

【図12】本発明の実施例4に係る赤外線レンズのナルシサスを示す図

【図13】本発明の実施例5に係る赤外線レンズのナルシサスを示す図

【符号の説明】

1 コールドアバーチャ

2 検出面

$L_1 \sim L_6$  レンズ

$G_1, G_2$  レンズ群

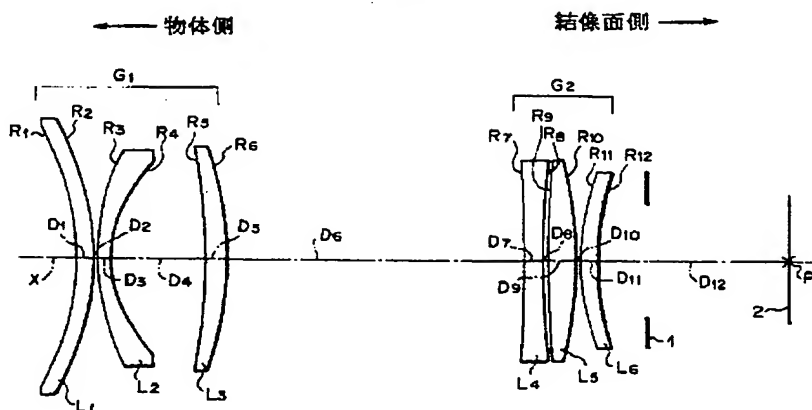
$R_1 \sim R_{12}$  曲率半径

$D_1 \sim D_{12}$  軸上面間隔

X 光軸

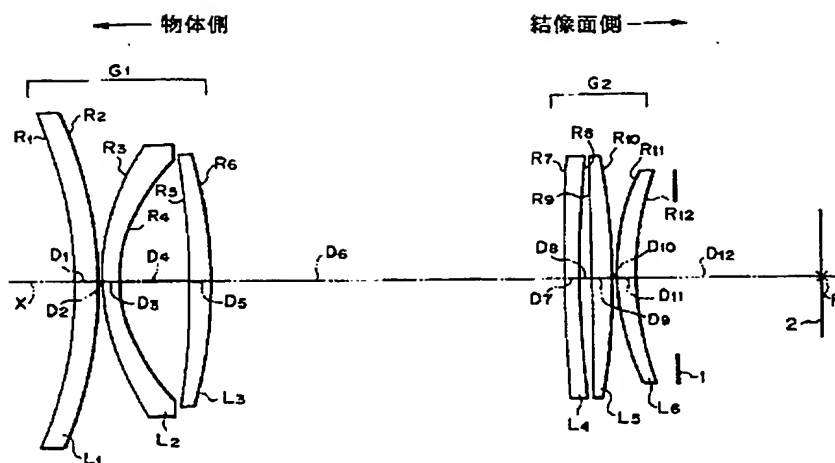
【図1】

実施例1



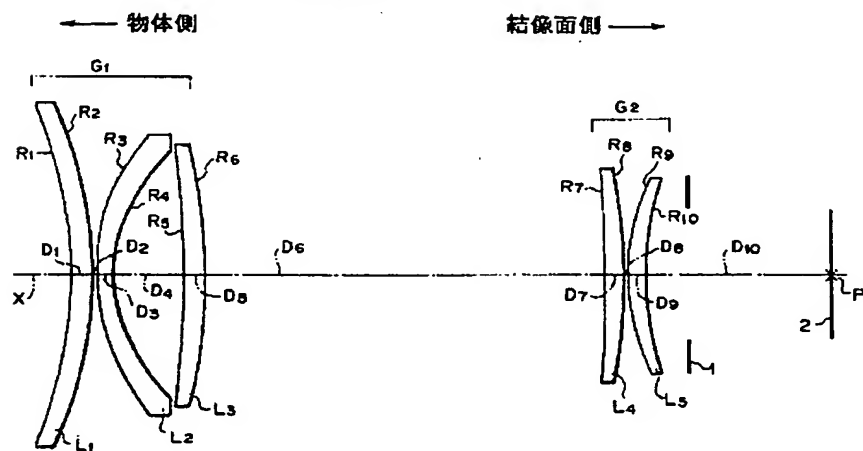
【図2】

実施例4



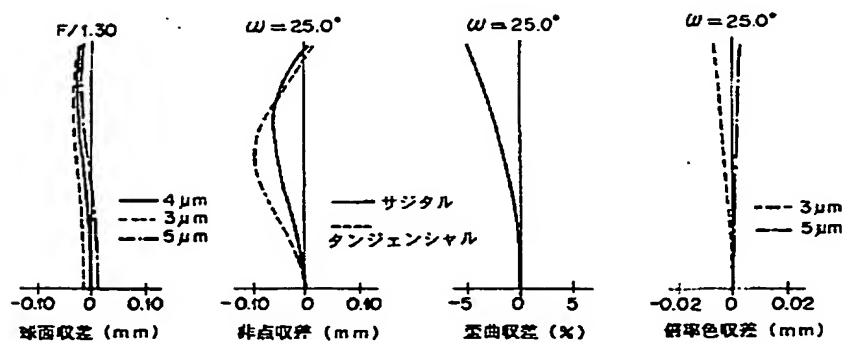
【図3】

実施例5



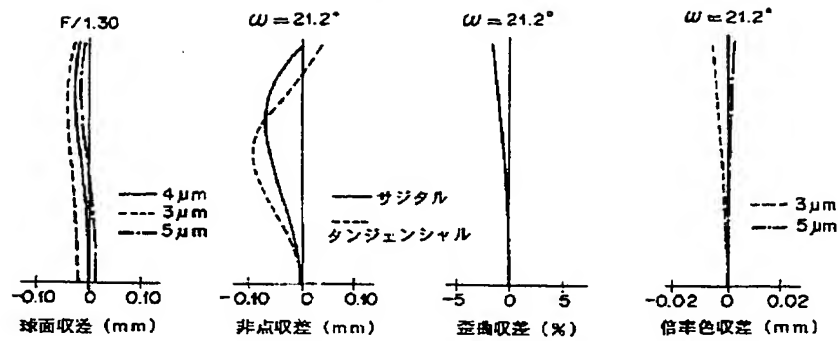
【図4】

実施例1



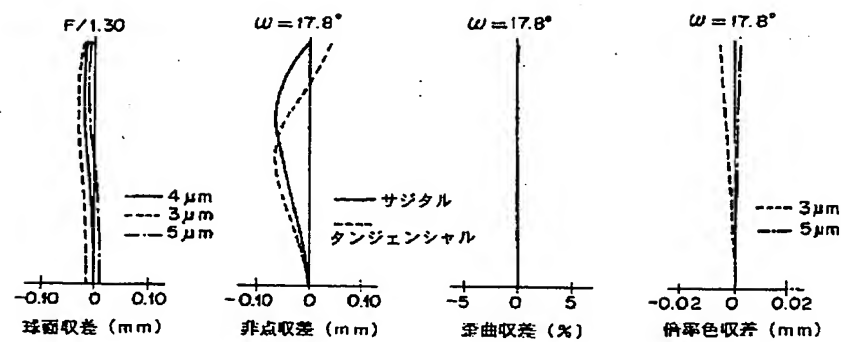
【図5】

## 実施例 2



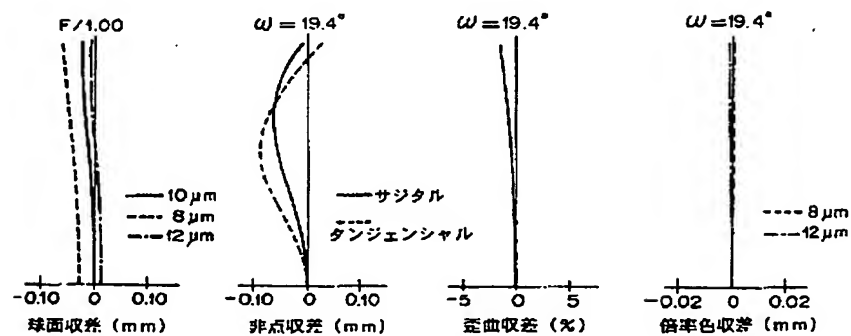
【図6】

## 実施例 3



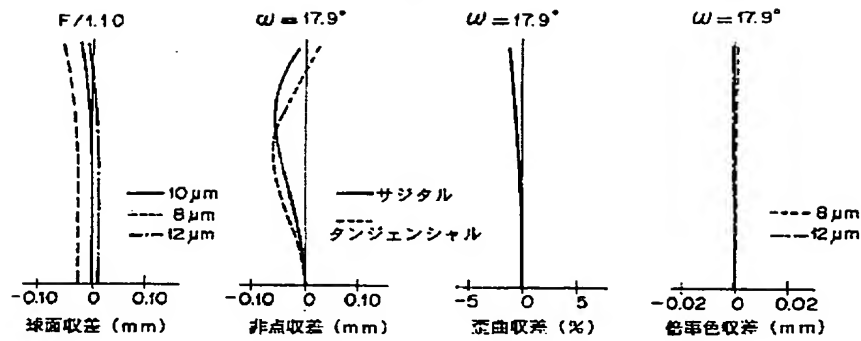
【図7】

## 実施例 4



【図8】

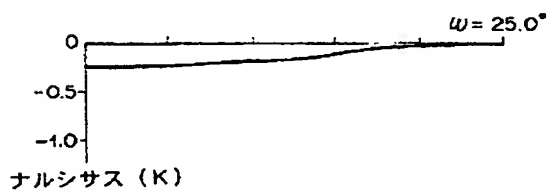
実施例5



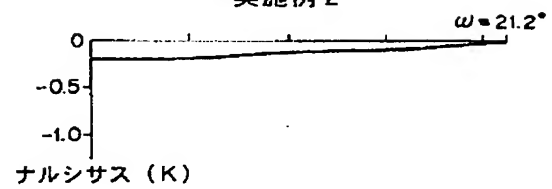
【図9】

【図10】

実施例1



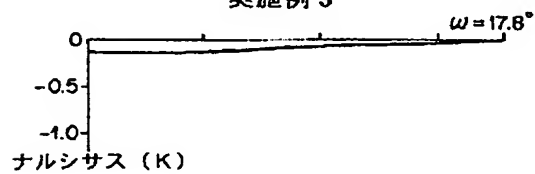
実施例2



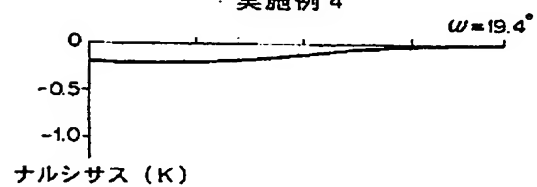
【図11】

【図12】

実施例3

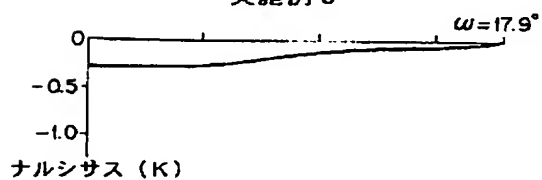


実施例4



【図13】

実施例5



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**